



بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۷ و ۶ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

تعیین تاثیرات مخرب زیست محیطی جنگ تحمیلی بر خاک منطقه شلمچه با استفاده از آنالیز به روش فعال سازی نوترونی

دنیا ساریان زاده: محمد اسلامی کلانتری: محمد علی شفائی: فرشته انصاری: مهدی رضوانی فرد

^۱ دانشگاه یزد، دانشکده فیزیک، گروه فیزیک هسته‌ای

^۲ سازمان انرژی اتمی اصفهان، پژوهشگاه علوم و فنون هسته‌ای،

چکیده:

با توجه به اثرات مخرب زیست محیطی جنگ و آثار ماندگار آلودگی‌های ناشی از سلاح‌های شیمیایی، پژوهشی جهت تعیین بعضی از جنبه‌های مخرب به جامانده از دوران جنگ تحمیلی و احیاناً اورانیوم تضعیف شده طی سالهای متمادی، بر روی خاک منطقه‌ی شلمچه انجام گرفت. برای این هدف، ضریب غنی شدگی EF و شاخص آلودگی PI خاک، به عناصر جزئی، Zn و $V, Sr, Sc, Rb, Mn, La, Br, Cr, Co, Ce$ مورد مطالعه قرار گرفته است. محاسبه‌ی ضریب غنی شدگی و شاخص آلودگی بیشترین مقدار را برای عنصر برم نشان می‌دهند. با توجه به همبستگی پیرسون و آنالیز خوشه‌ای عناصر کبالت، اسکاندیم و لانتانیم بیشترین همبستگی را دارا می‌باشند.

کلید واژه :

عناصر سنگین، خاک، آشکارساز فوق خالص ژرمانیوم، آنالیز به روش فعال سازی نوترونی

مقدمه



بیست و یکمین کنفرانس هفتای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

از دیدگاه جهانی، پس از آب و هوا، پوسته‌ی خاک سومین جزء عمده محیط زیست انسانی تلقی می‌شود. خاک، علاوه بر اینکه پایگاه موجودات خشک‌زی، بویژه جوامع انسانی است، محیط منحصر بفردی برای زندگی انواع حیات، مخصوصاً گیاهان بشمار می‌آید. آلودگی را می‌توان به صورت تغییرات ناخوشایند فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی آب، خاک و هوا تعریف کرد که بر زندگی بشر، گیاهان و جانوران مرتبط با آنها، فرایندهای صنعتی و سرمایه‌های فرهنگی اثرگذار است. منابع آلودگی، اساساً به دو گروه طبیعی زمین‌زاد و بشرزاد تقسیم بندی می‌شوند [۱]. اثرات مخرب زیست‌محیطی جنگ‌های اتراتی پایدار هستند، مواد شیمیایی به سرعت از بین نمی‌روند و به دنبال آن آلودگی خاک را به همراه دارند. برخی از عوامل شیمیایی از جمله گاز خردل از نوع عوامل پایدار در محیط است و آثار زیان‌بار آن بر محیط زیست سالها باقی می‌ماند. چنانچه از ترکیبات این عوامل استفاده شود پایداری آنها تقویت شده و بر اثرات مخربشان افزوده می‌شود. فلزات سنگین مدت‌های زیادی در اتمسفر باقی می‌مانند و مسافتهای زیادی را در هوا به دور از منبع تولید خود طی کرده و بخش وسیعی را آلوده می‌کنند.

روش کار

برای انجام این پژوهش از نمونه‌های خاک منطقه مرزی شلمچه به صورت تصادفی نقاطی برای نمونه برداری انتخاب شد. اما به علت وجود آثاری از دوران جنگ تحمیلی برخی نواحی قابل دسترس نبود و لذا امکان نمونه برداری از آن مناطق وجود نداشت. ناحیه‌ی مرزی شلمچه در منطقه‌ی شمال غربی خرمشهر واقع شده که از جنوب با اروندرود، از شمال با منطقه‌ی عمومی اهواز و از غرب با مرزهای بین‌المللی ایران و عراق، محصور گردیده است. شکل ۱ تصویر نقاط نمونه برداری را نشان می‌دهد.

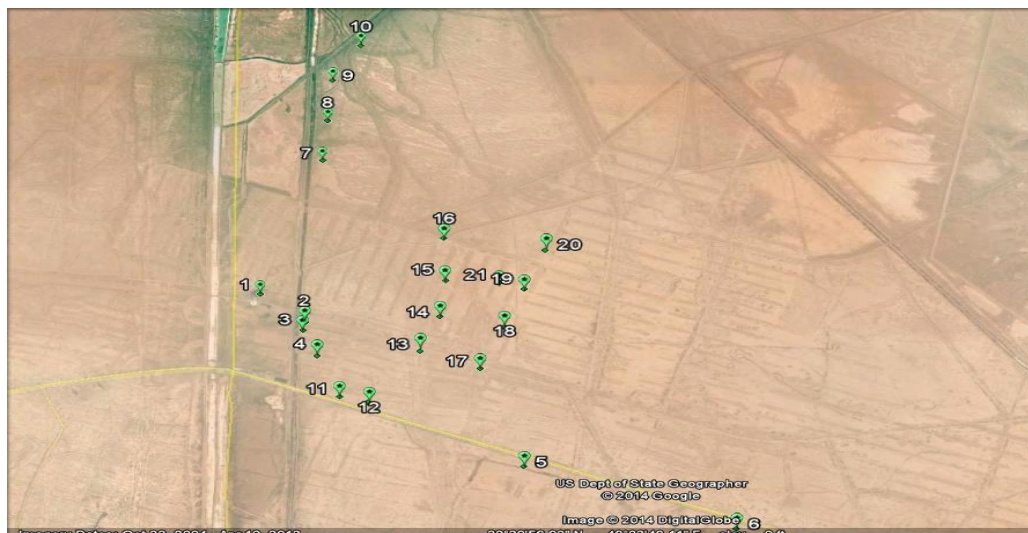
ابتدا در بخش رآکتور مینیاتوری اصفهان، نمونه‌های جمع‌آوری شده بوسیله هاون عقیق پودر شده و سپس با الک غربال شدند. عناصر با توجه به نیمه عمر واپاشی که دارند به سه دسته عناصر با نیمه عمر کوتاه، متوسط و بلند تقسیم می‌شوند. بنابر این از هر نمونه خاک سه عدد با دقت بسیار زیادی وزن شدند. معمولاً برای نمونه‌هایی مانند خاک و سنگ (نمونه‌های زمین شناسی) حدود ۵۰ میلی‌گرم وزن هر نمونه است. نمونه‌های وزن شده به دقت داخل کپسولهای پلی اتیلنی قرار داده و آب بندی می‌شوند. کپسولهای نمونه‌ها به داخل رآکتور فرستاده می‌شوند تا تحت تابش نوترون قرار بگیرند. با توجه به نیمه عمر عناصر مورد نظر؛ شار نوترون؛ مدت زمان پرتودهی؛ واپاشی پس از پرتودهی و مدت زمان طیف‌گیری انتخاب می‌شود. چون از روش نسبی برای آنالیز استفاده می‌شود، به همراه نمونه‌های مجهول نمونه‌های استاندارد نیز انتخاب و در شرایط فیزیکی کاملاً یکسانی پرتودهی و طیف‌گیری می‌شوند.



بیست و یکمین کنفرانس هفتای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

طیف گامای نمونه‌های استاندارد و مجهول، توسط آشکارساز متصل به یک تحلیلگر چند کاناله (MCA) جمع آوری می‌شود، طیف‌های خام جمع آوری شده توسط نرم‌افزار محاسباتی SPAN کالیبره و آنالیز می‌گردد. ابتدا به جستجو و تحلیل پیک‌های طیف (Peak Search) پرداخته می‌شود. برای اینکه اسم عناصر دقیقاً روی پیک‌ها قرار گیرند، کالیبراسیون کانال و انرژی باید صورت گیرد و با استفاده از فاکتور تصحیح بدست آمده و اختصاص این فاکتور برای هر عنصر مورد نظر از نمونه‌های استاندارد امکان آنالیز طیف فراهم گشته و نرم‌افزار مقدار هر عنصر را برای ما مشخص می‌نماید.



شکل ۱ - موقعیت محل برداشت نمونه‌ها در منطقه مرزی شلمچه

در جدول ۱، نتایج آنالیز ۲۱ نمونه خاک، مقادیر میانگین نمونه‌ها، میانگین مقادیر پوسته‌ی زمین و میانگین مقادیر جهانی [۲] آورده شده است. به منظور تعیین میزان غنی‌شدگی محیطی خاک منطقه، ضریب غنی‌شدگی و شاخص آلودگی محاسبه شده است. روش‌های آماری چند متغیره نظیر ضریب همبستگی (Correlation Coefficient) و تحلیل خوشه‌ای (Clustral Analysis) کاربردهای زیادی در مطالعه داده‌های چند متغیره و بررسی روابط بین عناصر و تعیین منشأ آنها دارند. نتایج مربوط به ضریب همبستگی پیرسون در جدول ۲ و نتیجه مربوط به آنالیز خوشه‌ای در شکل ۲ آورده شده است.

بررسی ضریب غنی‌شدگی (EF)

بر اساس این ضریب غنی‌شدگی (Enrichment Factor)، می‌توان مقدار یک عنصر را نسبت به مقدار طبیعی آن سنجید و برای ارزیابی غنی‌شدگی یک محیط توسط محیطی دیگر مورد استفاده قرار داد [۳]. محاسبه‌ی این ضریب روشی مناسب، جهت تعیین منشأ طبیعی و بشرزاد آلودگی است [۴] که از رابطه‌ی (۱) محاسبه می‌شود [۵]: (۱)



بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۷ و ۶ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

در منطقه‌ی مورد مطالعه عنصر Al به دلیل ماهیت

$$EF = \frac{\left[\frac{C_n}{C_{Al}} \right]_{Sample}}{\left[\frac{C_n}{C_{Al}} \right]_{reference}}$$

شیمیایی، تغییرات بسیار ناچیز و تحرک کمی که در محیط ژئوشیمیایی از خود نشان می‌دهد [۶] به عنوان عنصر مرجع انتخاب شده است. میانگین Al به عنوان فلز مرجع در پوسته زمین برابر با 82000 ppm (یا 8.2٪) در نظر گرفته می‌شود [۷]. بر اساس طبقه‌بندی [۸]، $EF < 2$ بدون غنی‌شدگی، $3 \leq EF \leq 5$ غنی‌شدگی اندک، $25 \leq EF \leq 50$ غنی‌شدگی متوسط، $10 \leq EF \leq 25$ غنی‌شدگی نسبتاً شدید، $5 \leq EF \leq 10$ غنی‌شدگی شدید، $EF \geq 50$ غنی‌شدگی خیلی شدید را داریم.

بررسی شاخص آلودگی (PI)

شاخص آلودگی (Pollution Index) نیز برای برآورد ماهیت یک محیط مورد استفاده قرار می‌گیرد [۹]. این شاخص به صورت نسبت غلظت یک عنصر در نمونه به مقدار زمینه‌ی [۴] همان عنصر بیان می‌شود. بر اساس شاخص آلودگی ۵ دسته، بدون آلودگی ($PI \leq 1$)، سطح آلودگی کم ($2 \leq PI \leq 3$)، سطح آلودگی متوسط ($3 \leq PI \leq 5$)، سطح آلودگی شدید ($5 \leq PI \leq 10$) و سطح آلودگی خیلی شدید ($PI \geq 10$) را داریم [۱۰].

$$PI = C_i/S_i \quad (2)$$

نتایج

ضریب غنی‌شدگی برای نمونه‌های خاک منطقه برای هر ایستگاه محاسبه و مقادیر فاکتور غنی‌شدگی میانگین عناصر مورد بررسی قرار گرفته است. بر اساس طبقه‌بندی انجام شده در مرجع [۸]، در خاکهای منطقه مورد بررسی، برم با غنی‌شدگی 53.4 دارای غنی‌شدگی بی‌نهایت شدید، کروم با میانگین مقدار غنی‌شدگی 4.11 دارای غنی‌شدگی متوسط، لانتانیم و سریوم با غنی‌شدگی کمتر از یک، بدون غنی‌شدگی هستند، بقیه‌ی عناصر با مقدار غنی‌شدگی کمتر از 3 دارای غنی‌شدگی اندک هستند. ضریب غنی‌شدگی بین 0.5 تا 1.5 نشان دهنده منشأ طبیعی و مقادیر بالاتر از 1.5 نشان دهنده منشأ انسان‌زادی است [۱۱]. محاسبه‌ی شاخص آلودگی، آلودگی را برای عناصر کبالت، کروم و برم نشان می‌دهد. چنانچه از نمودار آنالیز خوشه‌ای مشاهده می‌شود Co, Sc و La با ضریب همبستگی 0.92 بیشترین همبستگی را دارند. Sr با ضریب همبستگی منفی به عناصر دیگر وابسته نیست همچنین عنصر Br مقادیر همبستگی کمی را با عناصر دیگر دارد.

جدول ۱- آمار توصیفی غلظت عناصر بر حسب ppm

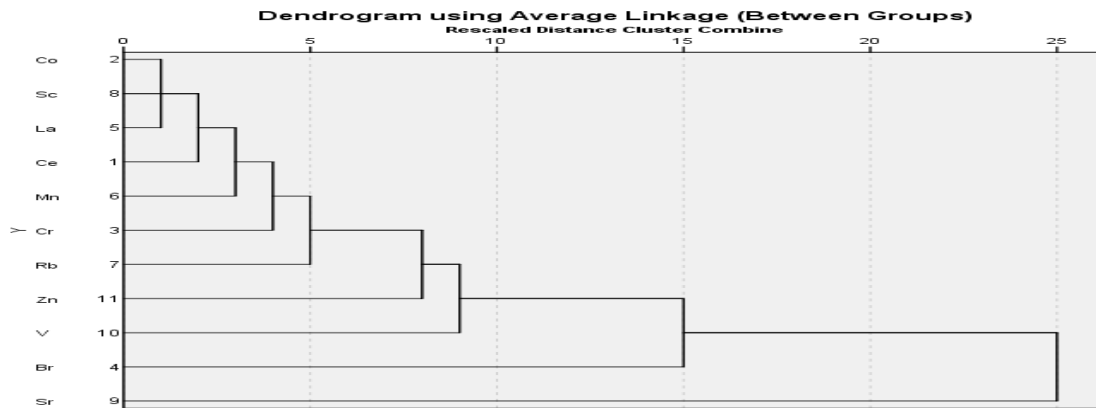
	Ce	Co	Cr	Br	La	Mn	Rb	Sc	Sr	V	Zn
Max	34.6	15.9	250	75.5	16.7	681	60.1	12.7	597	117	91.2



بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

Min	11.6	7.0	112	25.6	7.8	295	19.3	5.5	133	39.3	45.1
Average	24.1	13.2	182	47.7	13.3	490	47.8	10	310	70.8	63.8
Crustal Average	60	10	100	2	30	900	90	11	375	135	70
World Average	56.7	11.3	59.5	10	27	488	68	11.7	175	129	70



شکل ۲ - دندوگرام آنالیز خوشه‌ای در خاکهای منطقه شلمچه

جدول ۲ - مقادیر ماتریس همبستگی پیرسون (r) عناصر سنگین برای خاکهای منطقه شلمچه

Ce	1.00	Co										
Co	0.83**	1.00	Cr									
Cr	0.67**	0.74**	1.00	Br								
Br	0.02	0.15	-0.05	1.00	La							
La	0.86**	0.92**	0.76**	0.11	1.00	Mn						
Mn	0.69**	0.77**	0.62**	0.10	0.81**	1.00	Rb					
Rb	0.65**	0.65**	0.68**	-0.01	0.71**	0.61**	1.00	Sc				
Sc	0.84**	0.95**	0.81**	0.04	0.92**	0.82**	0.70**	1.00	Sr			
Sr	-0.60**	-0.69**	-0.39*	-0.41*	-0.69**	-0.56**	-0.32	-0.61**	1.00	V		
V	0.46*	0.43*	0.42*	0.33	0.56**	0.32	0.54**	0.34	-0.42*	1.00	Zn	
Zn	0.50**	0.59**	0.58**	0.04	0.65**	0.34	0.46*	0.53**	-0.61**	0.28	1.00	

** ضریب همبستگی در سطح 0.01 معنی دار است

* ضریب همبستگی در سطح 0.05 معنی دار است

بحث و نتیجه گیری



بیست و یکمین کنفرانس هسته‌ای ایران

۶ و ۷ اسفند ماه ۱۳۹۳ دانشگاه اصفهان

نتایج حاصل از این مطالعه میانگین ضریب غنی شدگی عناصر Zn و Sr، Sc، Br، Cr، Co را بیشتر از 1.5 نشان می‌دهد. و برم بیشترین ضریب غنی شدگی را دارد، همین طور محاسبه‌ی شاخص آلودگی، آلودگی Co، Cr و Br را نشان می‌دهد. با توجه به ضریب همبستگی پیرسون و آنالیز خوشه‌ای عناصر کبالت، اسکاندیم و لانتانیم در یک خوشه قرار گرفته‌اند و بیشترین همبستگی را با هم دارا می‌باشند در حالی که استرانسیم با ضریب همبستگی منفی هیچگونه ارتباطی با بقیه عناصر از خود نشان نمی‌دهد همین طور عنصر Br مقادیر همبستگی کمی با بقیه عناصر را دارا می‌باشد. با توجه به ضرایب همبستگی احتمال اینکه دو عنصر Br و Sr به خاک این منطقه وارد شده باشند زیاد است. با آزمایشی از عمق خاک می‌توان رابطه‌ای برای ضریب همبستگی عناصر موجود در خاکهای سطحی و عمق آن بدست آورد.

مراجع

- [1] Misra, S. G., Dinesh Mani, 2009-Soil Pollution, Published by S.B. Nangia, New Delhi
- [2] Alina Kabata-Pendias, 2011 by Taylor and Francis Group, LLC- Trace elements in soils and plants. fourth edition.
- [3] Loska, K., Chebual, J., Pleczar, J., Wiechla, D., Kwapulinski, J., 1995-Use of environment and contamination factors togheder with geoaccumulation indexes to elevate the content of Cd, Cu and Ni in the Rybink water reservoir in Poland” Water, Air and Soil pollution, 93,pp: 347-365.
- [4] Adamo, P., Arenzo, M., Imperato, M., Naimo, D., Nardi, G., Stanzione, D., 2005 Distribution and partition of heavy metal in surface and sub-surface sediments of Naplesciry Por, Chemosphere, v. 61, pp: 800-809
- [5] Lu, X., Wang, L., Lei, K., Huang, J. & Zhai, Y., 2009, Contamination assessment of copper, lead, zinc, manganese and nickel in street dust of Baoji, NW China, Journal of Hazardous Material, Vol. 161 (2-3)
- [6] Eby, G. N., 2004, Principle of environmental geochemistry, Thompson, 515 pp.
- [7] Bowen, H.J.M., 1979- Environmental Chemistry of the Elements, Academic Press, New York, 1979.
- [8] Chen, C. W., Kao, C. M., Chen, C. F., Dong, C. D., 2007- Distribution and accumulation of heavy metals in the sediments of Kaohsinung Harbor, Taiwan, Chemosphere, 66, pp: 1431-1440.
- [9] Guo, G., Wu, F., Xiem F. & Zhang, R., 2012, "Spatial distribution and pollution assessment of heavy metals urban soils from southwest China", Journal of environmental sciences, Vol. 24 (3): 410-418.
- [10] Yang, Z. P., Lu, W. X., Long, Y. Q., Bao, X. H., and Yang, Q. C.:Assessment of heavy metals contamination in urban topsoil from Changchun City, China, J. Geochem. Explor., 108, 27-38, 2011
- [11] Klerks, P. L. & Levinton, J. S., 1989, Rapid evolution of metal resistance in a benthic oligochaete inhabiting a metal-polluted site,Biological Bulletin, Vol. 176 (2):135-141